



TITLE:

Model-Free Controller Design based on
Simultaneous Perturbation Stochastic
Approximation(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Mohd, Ashraf bin Ahmad

CITATION:

Mohd, Ashraf bin Ahmad. Model-Free Controller Design based on Simultaneous
Perturbation Stochastic Approximation. 京都大学, 2015, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19125>

RIGHT:

許諾条件により本文は2015/06/15に公開

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	Mohd Ashraf bin Ahmad
論文題目	Model-Free Controller Design based on Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation （同時摂動確率近似に基づくモデルフリー型制御器設計）		
（論文内容の要旨）			
本論文は、同時摂動確率近似法に基づく最適化を用いて、制御対象のモデルを用いることなく制御器を設計する手法について検討したものであり、全6章から構成されている。			
第1章では、序論として、研究の背景と目的について述べている。まず、モデルを用いない、すなわちモデルフリーで制御器の設計問題を考える動機を説明した後、関連する従来研究を概観し、同時摂動確率近似法に基づく最適化に着目する理由を述べている。その後、本論文の目的および貢献を示している。			
第2章では、次章以降の準備として、同時摂動確率近似法について、そのアルゴリズムおよび収束条件を、その有効性を例証する数値例と共に示している。そして、この手法に基づき、制御対象モデルを必要としない制御器設計法の基本的枠組みについて述べている。			
第3章では、多入力多出力系のPID制御器のパラメータ調整法について考察している。風力タービン、蒸留塔、ヘリコプタなど種々の制御対象に、同時摂動確率近似に基づくモデルフリー型のPID制御器設計法を適用し、その有効性を、詳細なシミュレーションにより検証している。目標値追従性能、安定性などの観点から検討し、調整パラメータが多数ある場合にも、この制御器設計法が有用であることを示した。また、種々の同時摂動近似法を比較し、その中では大域的同時摂動近似法が他の手法に比較して有効であるという結果を得た。			
第4章では、現実のハイブリッド自動車に極めて近い精密なシミュレータを用いて、燃費を最適化する制御器設計法について検討している。週日、休日、往路、復路などの運転パターンに応じて、同時摂動最適化により数十個ある制御パラメータの調整を行って制御器を設計し、これらを切り替える手法により燃費向上を試みた。結果として、シミュレータに設定してあった初期制御器に比較して大幅な燃費改善ができることを確認した。また、得られた制御器の特性についても考察している。			
第5章では、ウインドファームを対象として、その総発電量最大化について考察している。風力発電機の配置位置と風力方向の情報を利用して、同時摂動最適化における			

調整パラメータの数を徐々に増大させる多解像度同時摂動近似を考案し，これに基づいて各発電機の制御パラメータを調整する手法について検討した．その結果，大規模ウインドファームを対象とした詳細なシミュレーションにより，既存の手法と比較して，格段に速いパラメータ収束が実現でき，かつ優れた制御性能を達成できることを確認した．

第6章は結論として，本論文で検討した問題と得られた成果を要約し，今後の課題について述べている．

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

大規模複雑化してきているシステムを効率よく制御することが近年要請されている。制御器設計においては、対象システムの数理モデルに基づいて行うのが一般的であるが、大規模で複雑なシステムを精密にモデル化することは難しく、手間もかかる。このため、対象システムのモデルを必要としない制御器設計手法が注目を集めてきている。本研究は、同時摂動確率近似法と呼ばれる最適化手法に着目し、このようなモデルに基づかない制御器設計法について考察し、下記の成果を得ている。

(1) 現実の制御系の大多数はPID制御と呼ばれる手法を用いているが、多入力多出力システムにおいては、PID制御器の調整パラメータが多く、制御対象の精密なモデルを用いることなく、これらのパラメータを調整できる手法が望まれている。このため、多数のパラメータ調整を同時に扱える同時摂動確率近似に着目し、この手法に基づいて制御性能を最適化する手法の有効性について検討した。いくつかの代表的な同時摂動に基づく制御器設計手法について考察し、制御器パラメータが数十ある場合に、それぞれの手法の有効性について複数のシステムを対象とした詳細な数値例により検証した。

(2) ハイブリッド自動車を対象として、エネルギー効率を最適化する制御器設計について考察した。現実のハイブリッド自動車に極めて近い精密なシミュレータと、数週間分の通勤データに基づいて、燃費を最適化する制御器パラメータの調整法について検討した。週日、休日、往路、復路などの運転パターンに応じて、同時摂動最適化により数十個ある制御パラメータの調整を行って制御器を設計し、これらを切り替える手法により燃費向上を試みた。結果として、シミュレータに設定してあった初期制御器に比較して燃費が大幅に改善できることを確認した。

(3) 再生可能エネルギーの重要な要素であるウインドファームを対象として、その総発電量最大化について考察した。風力発電機の配置位置と風力方向の情報を利用して、同時摂動最適化によるパラメータ収束速度の向上をはかる手法を考案し、これに基づいて各発電機の制御パラメータを調整する手法について検討した。その結果、大規模ウインドファームを対象とした詳細なシミュレーションにより、既存の手法と比較して、格段に速いパラメータ収束が実現でき、かつ優れた制御性能を達成できることを確認した。

以上要するに、大規模複雑化するシステムの制御系設計に関して有用な知見を得たものであり、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月29日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。
更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した
口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降